



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Gebrauchsmusterschrift**  
10 **DE 299 22 878 U 1**

61 Int. Cl. 7:  
**F 04 C 18/16**  
F 04 C 23/00

21 Aktenzeichen: 299 22 878.9  
22 Anmeldetag: 28. 12. 1999  
47 Eintragungstag: 10. 5. 2001  
43 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 13. 6. 2001

DE 299 22 878 U 1

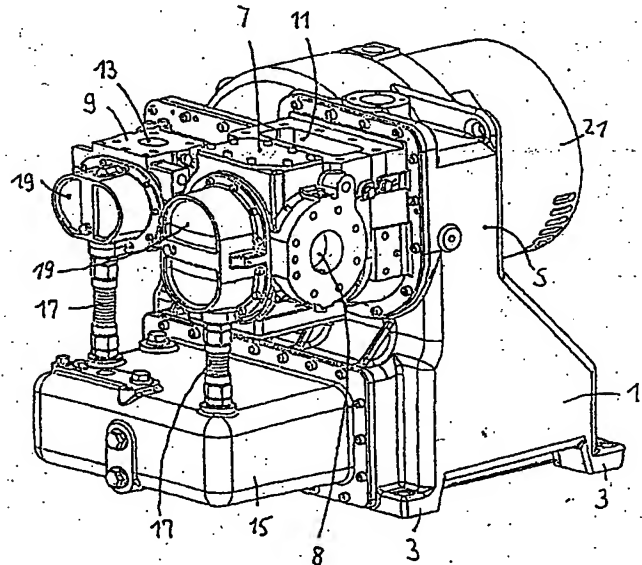
73 Inhaber:  
GHH-RAND Schraubenkompressoren GmbH,  
46145 Oberhausen, DE  
74 Vertreter:  
Glawe, Delfs, Moll, Patentanwälte, 80538 München

56 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE	31 23 736 C2
DE	43 18 707 A1
DE-OS	16 28 219
DE-OS	16 28 201
DE	84 22 580 U1
US	52 46 349

54 Zweistufiger trockenlaufender Schraubenkompressor

51 Zweistufiger Schraubenkompressor,  
mit einem Getriebegehäuse (1, 3, 5) in Form eines im wesentlichen scheibenförmigen Ständers mit zwei vertikalen Stirnwänden,  
zwei Schraubenkompressorstufen (7, 9), die an der einen Stirnwand des Getriebegehäuses parallel nebeneinander frei auskragend befestigt sind,  
eine im Getriebegehäuse gelagerte Antriebswelle (23), die einen durch die andere Stirnwand des Getriebegehäuses hindurch vorspringenden Wellenzapfen (39) hat, der mit der Abtriebswelle (51) eines elektrischen Antriebmotors (21) gekoppelt ist,  
und einem in dem Getriebegehäuse (1, 3, 5) angeordneten Verzweigungsgetriebe (25, 27, 29), das die Drehung der Antriebswelle (23) mit vorgegebenem Übersetzungsverhältnis auf die Rotorwellen (31, 33) der beiden Schraubenkompressorstufen überträgt  
dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (21) ein drehzahl geregelter Motor ist, dessen Drehzahl auf einen beliebigen, konstanten Wert im Bereich von 2.300 U/min oder weniger bis 5.000 U/min oder mehr einstellbar ist.



DE 299 22 878 U 1

28.12.99

GLAWE, DELFS, MOLL & PARTNER

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MÜNCHEN  
28. Dezember 1999  
WM/gl/bf

Anmelder: GHM-Rand

Titel: Zweistufiger trockenlaufender Schraubenkompressor

Die Erfindung betrifft einen zweistufigen trockenlaufenden Schraubenkompressor gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 2 und 3. Schraubenkompressoren dieses Typs sind bekannt und derzeit im Markt erhältlich.

Schraubenkompressoren sind nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Verdichter, deren Förderleistung, d. h. die Fördermenge pro Zeiteinheit, proportional zur Drehzahl der Schraubenrotoren ist. Im praktischen Einsatz wird durch Art und Anzahl der angeschlossenen Verbraucher, z. B. druckluftbetätigte Werkzeuge oder pneumatische Transporteinrichtungen, die benötigte Förderleistung und der Enddruck, auf den die Luft verdichtet werden muß, vorgegeben. Zur Anpassung an diese unterschiedlichen Bedürfnisse werden Schraubenkompressoren in Baureihen mit unterschiedlichen, abgestuften Förderleistungen und für unterschiedliche, vorgegebene Enddrücke angeboten. Als Antrieb für alle Leistungsstufen einer Baureihe dienen dabei in der Regel Elektromotoren, die jeweils mit einer festgelegten, durch Polzahl und Netzfrequenz vorgegebenen Nenndrehzahl umlaufen, die für alle Leistungsstufen gleich ist. Die Einstellung der jeweils gewünschten Förderleistung erfolgt durch Wahl eines entsprechenden Übersetzungsverhältnisses des Verzweigungsgetriebes, d. h. durch den Einbau unterschiedlich bemessener Zahnradsätze für das Verzweigungsgetriebe. Unterschiedliche Förderleistungen bei unterschiedlichen Enddrücken

DE 299 22 878 U1

28.12.99

erfordern auch unterschiedliche Antriebsleistungen, was durch Verwendung von Antriebsmotoren mit unterschiedlicher, abgestufter Nennleistung innerhalb der Baureihe berücksichtigt wird.

Um über einen gewünschten Bereich von Förderleistungen und Enddrücken eine hinreichend fein unterteilte Abstufung der den Kunden zur Wahl angebotenen Typgrößen des Schraubenkompressors zu ermöglichen, muß herstellerseitig eine große Anzahl von unterschiedlichen Zahnradsätzen für das Verzweigungsgetriebe und eine Anzahl von Motoren unterschiedlicher Nennleistung bei gleichen Nenndrehzahlen bereitgehalten werden, die je nach Bedarf eingebaut werden. Dies führt zu erhöhtem Aufwand und erhöhten Kosten bei Lagerhaltung und Fertigung.

Bei bisher üblichen Schraubenkompressoren ist ferner zwischen dem aus dem Getriebegehäuse vorstehenden Wellenzapfen der Antriebswelle und der damit zu koppelnden Abtriebswelle des Elektromotors ein Kupplungsstück angeordnet. Hierdurch vergrößert sich die axiale Baulänge der Kompressoreinheit, und die Einfügung des separaten Kupplungsstückes vermehrt den Aufwand und die Kosten der Herstellung.

Schraubenkompressoren der genannten Art benötigen zum Schmieren des Verzweigungsgetriebes, der Wellenlager und anderer beweglicher Teile einen Ölumlaufl, der durch eine Ölpumpe in Gang gehalten wird. Bei den bisher bekannten Schraubenkompressoren ist die Ölpumpe entweder separat angeschlossen oder jedenfalls in einem speziell hierfür vorgesehen besonderen Teil des Gehäuses untergebracht und wird dann von der Antriebswelle über ein zusätzliches Zahnradgetriebe und/oder Kupplungsstück angetrieben. Auch dies trägt zu erhöhten Aufwand und Herstellungskosten bei.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen zweistufigen Schraubenkompressor der angegebenen Art so zu verbessern, daß

DE 299 297 3 11

28.12.99

er kompakter ausgebildet und mit geringeren Herstellungsaufwand und -kosten hergestellt werden kann.

Erfinderische Lösungen dieser Aufgabe sind in den Ansprüchen 1, 2 und 3 angegeben.

Durch die Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebsmotors kann der Wert der im Betrieb konstanten Drehzahl der Antriebswelle in einem weiten Bereich variiert und dadurch die Förderleistung des Schraubenkompressors auf einen gewünschten Wert eingestellt werden, ohne daß hierzu bauliche Änderungen erforderlich sind. Bei der Herstellung des Schraubenkompressors braucht nur ein einziger Zahnradsatz mit fest vorgegebenem Übersetzungsverhältnis für das Verzweigungsgetriebe verwendet zu werden. Die Einhaltung einer der gewünschten Förderleistung entsprechenden Drehzahl der Schraubenrotoren erfolgt, bei unverändertem Übersetzungsverhältnis, durch entsprechende Vorgabe des Wertes der Motordrehzahl.

---

Drehzahlgeregelte elektrische Antriebsmotoren sind an sich bekannt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn erfindungsgemäß eine solche Bauart des Motors verwendet wird, bei der die Abtriebswelle einen Hohlraum zur Aufnahme und Ankupplung des Wellenzapfens der Abtriebswelle des Schraubenkompressorblocks aufweist. Auf diese Weise entfällt die Zwischenfügung eines Kupplungsstücks zwischen Motorwelle und Abtriebswelle, und der Motor kann unmittelbar an die ihm zugewandte Stirnwand des Getriebegehäuses angesetzt werden, ohne daß ein Abstand entsprechend der Axiallänge des Wellenzapfens und/oder eines Kupplungsstücks eingehalten werden muß.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Ölpumpe unmittelbar im Getriebegehäuse auf der Abtriebswelle entfällt die Notwendigkeit, eine Hilfspumpe separat anzuordnen oder am Gehäuse einen gesonderten Gehäuseteil zur Aufnahme der Ölpumpe vorzusehen; auch ein zusätzliches Zahnradgetriebe bzw. Kupplungs-

DE 299 32 878 U1

28.12.99

element zur Antriebsübertragung von der Antriebswelle auf die Ölpumpe entfällt.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines zweistufigen Schraubenkompressors,
- Fig. 2 den Schraubenkompressor in Seitenansicht, teilweise im vertikalen Längsschnitt,
- Fig. 3 den Schraubenkompressor in Draufsicht, teilweise im horizontalen Längsschnitt,
- Fig. 4 eine schematische Frontansicht der Ölpumpe.

Der in Fig. 1 - 3 gezeigte zweistufige Schraubenkompressor hat ein Gehäuse 1, das mit Füßen 3 zur Befestigung an einer Unterlage versehen ist. Der obere Teil 5 des Gehäuses 1 hat im wesentlichen die Form eines scheibenförmigen Ständers mit zwei vertikalen Stirnwänden. An der in Fig. 1 dem Betrachter zugewandten Stirnwand sind parallel nebeneinander auskragend eine erste Verdichterstufe 7 und eine zweite Verdichterstufe 9 befestigt. Jede der Verdichterstufen 7, 9 ist in bekannter Weise als Schraubenkompressor mit zwei ineinandergreifenden Schraubenrotoren (nicht dargestellt) ausgebildet. Bei 11 ist die Saugöffnung der ersten Verdichterstufe 7 und bei 13 die Drucköffnung der zweiten Verdichterstufe 9 erkennbar. Der Druckauslaß 8 der ersten Verdichterstufe 7 ist mit dem Saug-einlaß der zweiten Verdichterstufe 9 vorzugsweise über einen Zwischenkühler verbunden (nicht dargestellt).

Unterhalb der Verdichterstufen 7, 9 ist ein Ölvorratsbehälter 15 vorgesehen, der ebenfalls am Gehäuse 1 frei auskragend befestigt ist. Er ist über Ölrücklaufleitungen 17 mit am Ende jeder Verdichterstufe 7, 9 angeordneten Lagerdeckeln 19 ver-

DE 299 32 878 U1

28.12.99

bunden, in denen sowohl Axialwellenlager als auch Synchronisiergetriebe für die Schraubenrotoren der beiden Verdichterstufen 7, 9 untergebracht sind.

Es handelt sich um einen trockenlaufenden Schraubenkompressor, d. h. der eigentliche Verdichterraum mit den darin befindlichen Schraubenrotoren wird ölfrei gehalten.

An der von den Verdichterstufen 7, 9 abgewandten Stirnseite des scheibenförmigen Gehäuseteils 5 ist frei auskragend der elektrische Antriebsmotor 21 befestigt.

Im scheibenförmigen Teil 5 des Gehäuses 1 ist eine Antriebswelle 23 gelagert, auf der ein schrägverzahntes Zahnrad 25 sitzt, das zusammen mit zwei weiteren Zahnradern 27, 29 ein Verzweigungsgetriebe bildet, welches die Drehung der Antriebswelle 23 mit fest vorgegebenen Übersetzungsverhältnissen auf die Rotorwelle 31 bzw. 33 jeweils eines der beiden ~~Rotoren der Verdichterstufe 7 und der Verdichterstufe 9 überträgt~~. Der jeweils andere Rotor der Verdichterstufe 7 bzw. 9 erhält seine Drehung über das im Lagerdeckel 19 untergebrachte Synchronisiergetriebe der jeweiligen Verdichterstufe.

Der scheibenförmige Gehäuseteil 5 ist auf der dem Motor 21 zugewandten Seite durch einen Gehäusedeckel 35 abgeschlossen, an dessen Außenseite der Antriebsmotor 21 befestigt ist. Die Antriebswelle 23 ist im Deckel-35 mittels einer Lager- und Dichtungsanordnung 37 gelagert und abgedichtet und hat an ihrem Ende einen konischen Wellenzapfen 39, der über die Außenseite des Gehäusedeckels 35 vorsteht.

Der Antriebsmotor 21 hat ein Gehäuse mit einer Anzahl, z. B. vier, um den Umfang verteilter, gelochter Befestigungsschuhe 43 zur Aufnahme von Befestigungsschrauben, die in Gewindelöcher des Gehäusedeckels 35 eingeschraubt werden können, um den Antriebsmotor 21 am Getriebegehäuse 5 zu befestigen. Innerhalb des Motors 21 ist eine Hohlwelle 51 gelagert, die mit

DE 299 53 876 U1

25 12 99

dem Läufer des Motors drehfest verbunden ist. Die Hohlwelle 51 hat an ihrem dem Getriebegehäuse 5 zugewandten Ende eine konische Ausnehmung zur Aufnahme des konischen Wellenzapfens 39. Vom anderen Ende der Hohlwelle 51 ist eine Spannschraube 55 eingeführt, die in ein Gewindeloch des Wellenzapfens 39 eingeschraubt ist, um den Wellenzapfen 39 mit der Hohlwelle 51 des Motors 21 drehfest zu verbinden. Durch die direkte Aufnahme des Wellenzapfens 39 in der Hohlwelle 51 des Motors 21 wird die axiale Baulänge des gesamten Kompressors wesentlich verkürzt.

Im Getriebegehäuse 5 ist auf der Antriebswelle 23, diese umgebend, eine Ölpumpe 61 angeordnet, die in Fig. 2 und 3 nur schematisch in Seitenansicht angedeutet ist. Die Ölpumpe 61 kann von an sich bekannter Bauart sein und hat vorzugsweise die in Fig. 4 schematisch angedeutete Form einer Zahnradpumpe mit einem auf der Antriebswelle 23 sitzenden und mit ihr drehfest verbundenen Zahnrad 63, welches in Eingriff steht mit einem exzentrisch dazu angeordneten, innenverzahnten Zahnkranz 65. Bei Drehung des Zahnrads 63 mit der Antriebswelle 23 dreht sich der Zahnkranz 65 mit und führt gleichzeitig eine Abwälz- und Exzenterbewegung relativ zum Zahnrad 63 durch. Zwischen Zahnrad 63 und Zahnkranz 65 bildet sich dabei eine sich periodisch öffnende und schließende Förderkammer, durch die das Öl von einer Ansaugöffnung 67 zu Auslaß 69 der Ölpumpe 61 gefördert wird. Die Ölpumpe 61 kommuniziert mit im Gehäusedeckel 35 ausgebildeten Ölführungskanälen 71. Sie saugt Öl über einen ebenfalls integral im Gehäuse 1 ausgebildeten Ansaugstutzen 73 aus einem im unteren Bereich des Gehäuses 1 vorgesehenen Ölsumpf 75 an, der auch mit dem Ölvorratsbehälter 15 in Verbindung steht.

Die beiden Verdichtestufen 7, 9, das Getriebegehäuse 1 mit der dann integrierten Ölpumpe 61 und der ohne Kupplungsstück direkt am Gehäuse 1 befestigte Antriebsmotor 21 bilden ein Kompressormodul.

DE 299 33 878 U1

28.12.99

Der Antriebsmotor 21 ist ein drehzahl geregelter Motor mit einem regelbaren Wandler (nicht dargestellt), der an eine Netzstromversorgung mit 50 oder 60 Hz anschließbar ist und die Motorwicklung mit einem Strom mit regelbarer Frequenz versorgt, um die jeweils gewünschte Drehzahl des Antriebsmotors 21 einzustellen, und zwar vorzugsweise im Bereich von 2.300 bis 5.000 U/min. Die das Verzweigungsgetriebe bildenden Zahnräder 25, 27, 29 haben gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel Zähnezahlen von 112, 30 und 22, was bedeutet, daß die Rotation der Antriebswelle 22 mit einem Übersetzungsverhältnis von 3,7 auf die erste Verdichterstufe 7 und mit einem Übersetzungsverhältnis vom 5,1 auf die zweite Verdichterstufe 9 übertragen wird.

Wird die Drehzahl des Antriebsmotors in dem Bereich von z.B. 2.300 U/min bis 5.000 U/min geändert, so ändert sich das Fördervolumen im wesentlichen proportional zur Drehzahl. Beispielsweise kann der Kompressor so ausgebildet sein, daß dem Drehzahlbereich von 2.300 U/min bis 5.000 U/min ein Bereich

---

der Förderleistung von 300 m<sup>3</sup>/h bis 700 m<sup>3</sup>/h entspricht. Dabei ist der Leistungsmotor hinreichend leistungsstark ausgebildet, daß er die jeweils eingestellte, einer gewünschten Förderleistung entsprechende Drehzahl auch dann konstant einhalten kann, wenn von dem an den Auslaß der zweiten Verdichterstufe angeschlossene Verbraucher unterschiedliche Enddrücke verlangt werden. Beispielsweise kann der Enddruck im Bereich von ca. 8 bis 12 bar geändert werden, ohne daß dies an der konstanten Einhaltung der jeweils eingestellten Drehzahl und der die entsprechende Förderleistung etwas ändert.

Eine Besonderheit des erfindungsgemäßen zweistufigen Schraubenkompressors besteht im folgenden: Bei den eingangs geschilderten, bisher bekannten zweistufigen Kompressoren mit einem mit konstanter Drehzahl betriebenen Antriebsmotor wurden unterschiedliche Zahnradsätze für das Verzweigungsgetriebe nicht nur zur Einstellung der jeweils gewünschten Förderleistung, sondern auch zur Anpassung an den jeweils gewünsch-

DE 299 238 78 U1



28.12.99

ten Enddruck verwendet. Für unterschiedliche Enddrücke wurde nicht nur das Übersetzungsverhältnis zwischen der Antriebswelle und jedem der beiden Schraubrotoren geändert, sondern auch das Drehzahlverhältnis der beiden Schraubenrotoren zueinander, um zu erreichen, daß die insgesamt vom Kompressor aufzubringende Druckdifferenz möglichst gleichmäßig auf die beiden Verdichterstufen verteilt wird. Bei Auslegung des Kompressors für einen besonders hohen Enddruck wurde die Drehzahl der ersten Verdichterstufe relativ zu der der zweiten Verdichterstufe, durch Einbau entsprechender Zahnräder, überproportional erhöht, um zu erreichen, daß bereits am Ausgang der ersten Verdichterstufe ein entsprechend erhöhter Verdichterdruk vorliegt. Im Gegensatz dazu bleibt dem erfindungsgemäßen Schraubenkompressor das Drehzahlverhältnis zwischen der ersten und zweiten Verdichterstufe über den gesamten, regelbaren Drehzahlbereich des Antriebsmotors konstant. Dies bedeutet, daß auch bei einer relativ großen Änderung des am Ausgang der zweiten Verdichterstufe vorliegenden Enddrucks der am Ausgang der ersten Verdichterstufe vorliegende Zwischendruck im wesentlichen unverändert bleibt. Es wurde überraschenderweise gefunden, daß der erfindungsgemäße zweistufige trockenlaufende Schraubenkompressor, trotz des unveränderbaren Drehzahlverhältnisses zwischen den beiden Verdichterstufen, bei jeder im Regelbereich eingestellten Drehzahl sehr stark unterschiedliche Enddrücke bereitstellen kann, ohne das damit eine merkliche Abweichung vom optimalen Wirkungsgrad verbunden wäre.

---

DE 299 22 070 U1

28.12.99

GHH-Rand

WM/ks-gl

### A n s p r ü c h e

1. Zweistufiger Schraubenkompressor,

mit einem Getriebegehäuse (1, 3, 5) in Form eines im wesentlichen scheibenförmigen Ständers mit zwei vertikalen Stirnwänden,

zwei Schraubenkompressorstufen (7, 9), die an der einen Stirnwand des Getriebegehäuses parallel nebeneinander frei auskragend befestigt sind,

eine im Getriebegehäuse gelagerten Antriebswelle (23), die einen durch die andere Stirnwand des Getriebegehäuses hindurch vorspringenden Wellenzapfen (39) hat, der mit der Abtriebswelle (51) eines elektrischen Antriebsmotors (21) gekoppelt ist,

und einem in dem Getriebegehäuse (1, 3, 5) angeordneten Verzweigungsgetriebe (25, 27, 29), das die Drehung der Antriebswelle (23) mit vorgegebenem Übersetzungsverhältnis auf die Rotorwellen (31, 33) der beiden Schraubenkompressorstufen überträgt

dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (21) ein drehzahl geregelter Motor ist, dessen Drehzahl auf einen beliebigen, konstanten Wert im Bereich von 2.300 U/min oder weniger bis 5.000 U/min oder mehr einstellbar ist.

2. Zweistufiger Schraubenkompressor,

mit einem Getriebegehäuse (1, 3, 5) in Form eines im wesentlichen scheibenförmigen Ständers mit zwei vertikalen Stirnwänden,

zwei Schraubenkompressorstufen (7, 9), die an der einen Stirnwand des Getriebegehäuses parallel nebeneinander frei auskragend befestigt sind,

eine im Getriebegehäuse gelagerten Antriebswelle (23), die einen durch die andere Stirnwand des Getriebegehäuses hindurch

DE 299 22 078 U1

28.12.99

vorspringenden Wellenzapfen (39) hat, der mit der Abtriebswelle (51) eines elektrischen Antriebsmotors (21) gekoppelt ist,

und einem in dem Getriebegehäuse (1, 3, 5) angeordneten Verzweigungsgetriebe (25, 27, 29), das die Drehung der Antriebswelle (23) mit vorgegebenem Übersetzungsverhältnis auf die Rotorwellen (31, 33) der beiden Schraubenkompressorstufen überträgt

dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (21) unmittelbar an der Stirnwand des Getriebegehäuses (5) befestigt ist und daß die Abtriebswelle (51) des Antriebsmotors (21) innerhalb der axialen Länge des Antriebsmotors (21) eine Ausnehmung aufweist, in die der Wellenzapfen (39) der Antriebswelle (23) eingesteckt und drehfest gekoppelt ist.

### 3. Zweistufiger Schraubenkompressor,

mit einem Getriebegehäuse (1, 3) in Form eines im wesentlichen scheibenförmigen Ständers mit zwei vertikalen Stirnwänden,

zwei Schraubenkompressorstufen (7, 9), die an der einen Stirnwand des Getriebegehäuses parallel nebeneinander frei auskragend befestigt sind,

eine im Getriebegehäuse gelagerten Antriebswelle (23), die einen durch die andere Stirnwand des Getriebegehäuses hindurch vorspringenden Wellenzapfen (39) hat, der mit der Abtriebswelle (51) eines elektrischen Antriebsmotors (21) gekoppelt ist,

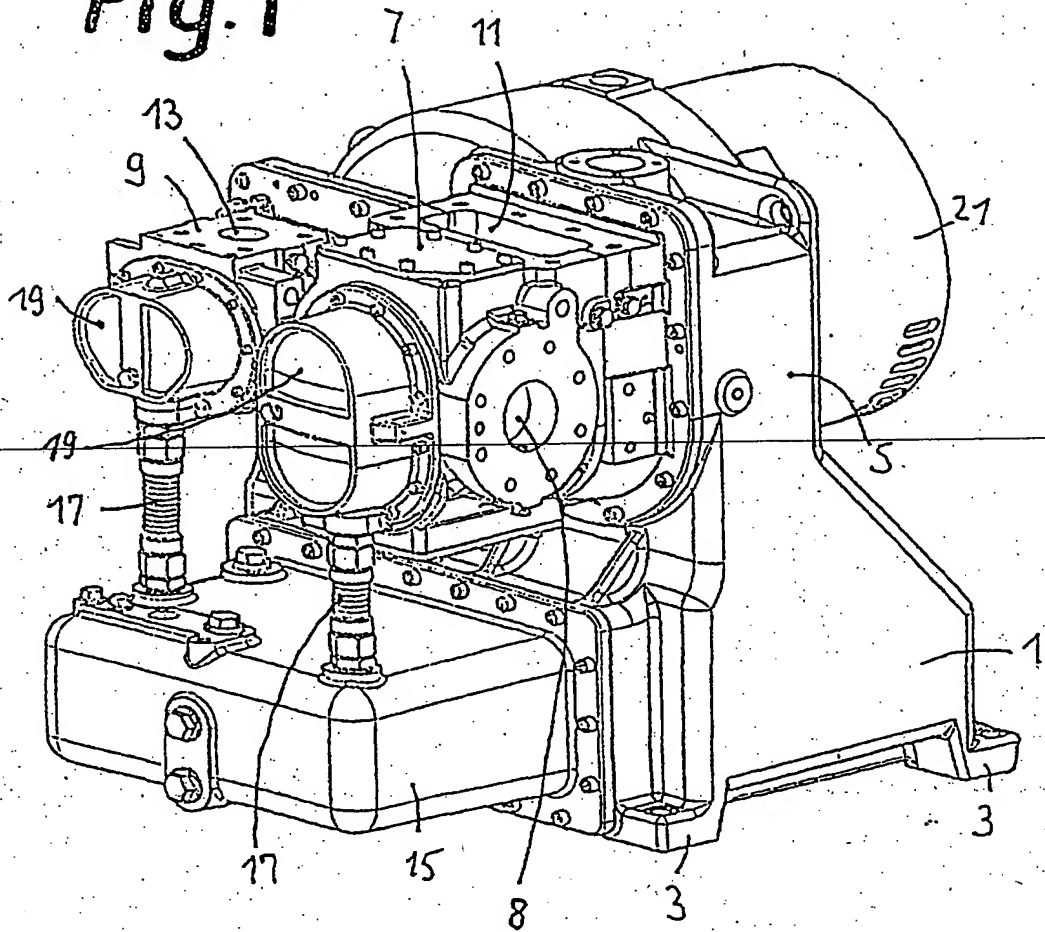
und einem in dem Getriebegehäuse (1, 3) angeordneten Verzweigungsgetriebe (25, 27, 29), das die Drehung der Antriebswelle (23) mit vorgegebenem Übersetzungsverhältnis auf die Rotorwellen (31, 33) der beiden Schraubenkompressorstufen überträgt

dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Getriebegehäuses (1, 3) um die Antriebswelle (23) herum eine Ölpumpe (61) angeordnet ist, die direkt von der Antriebswelle (23) angetrieben wird.

DE 289 22 878 U1

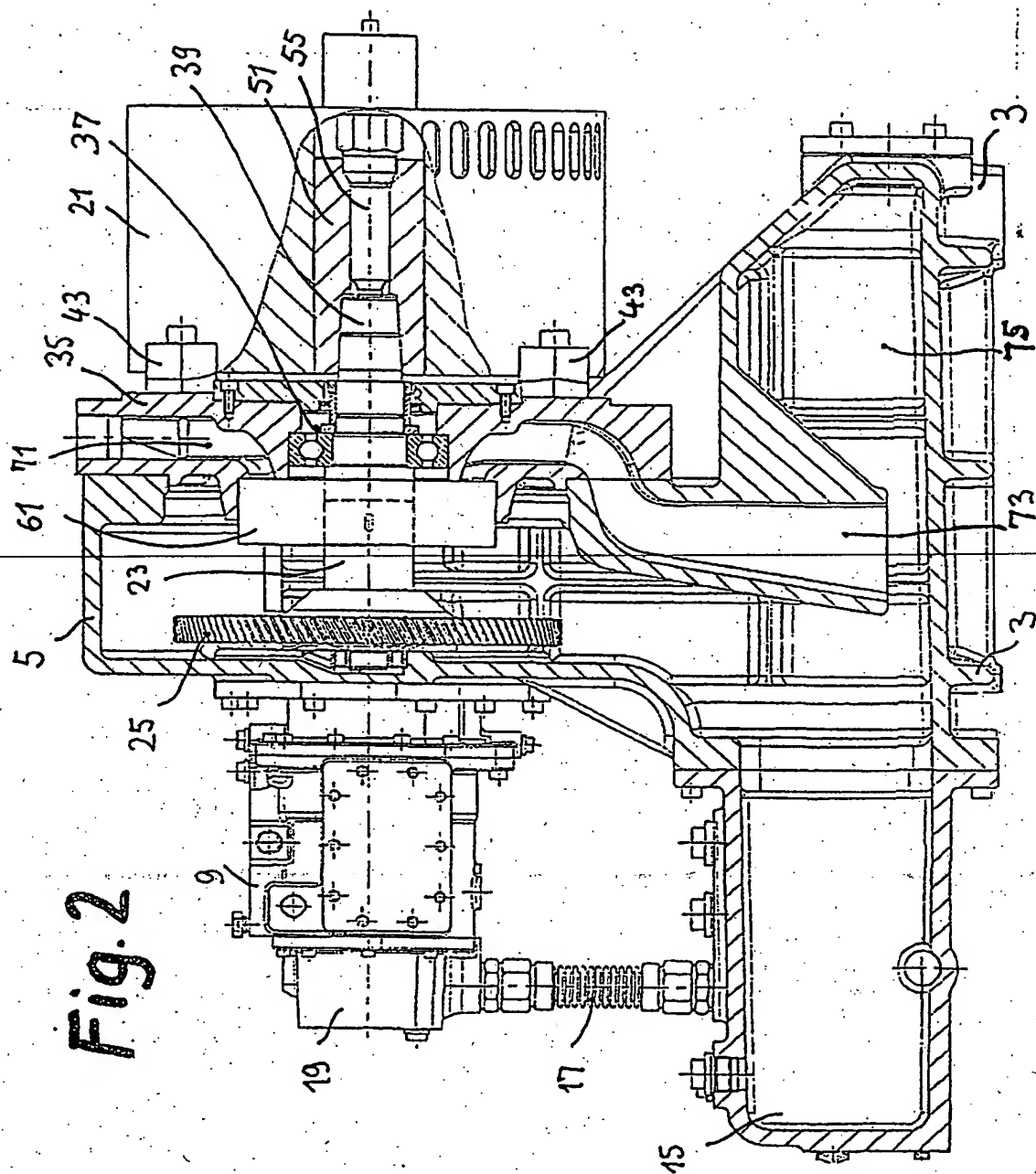
20.12.99

Fig.1



DE 299 22 878 U1

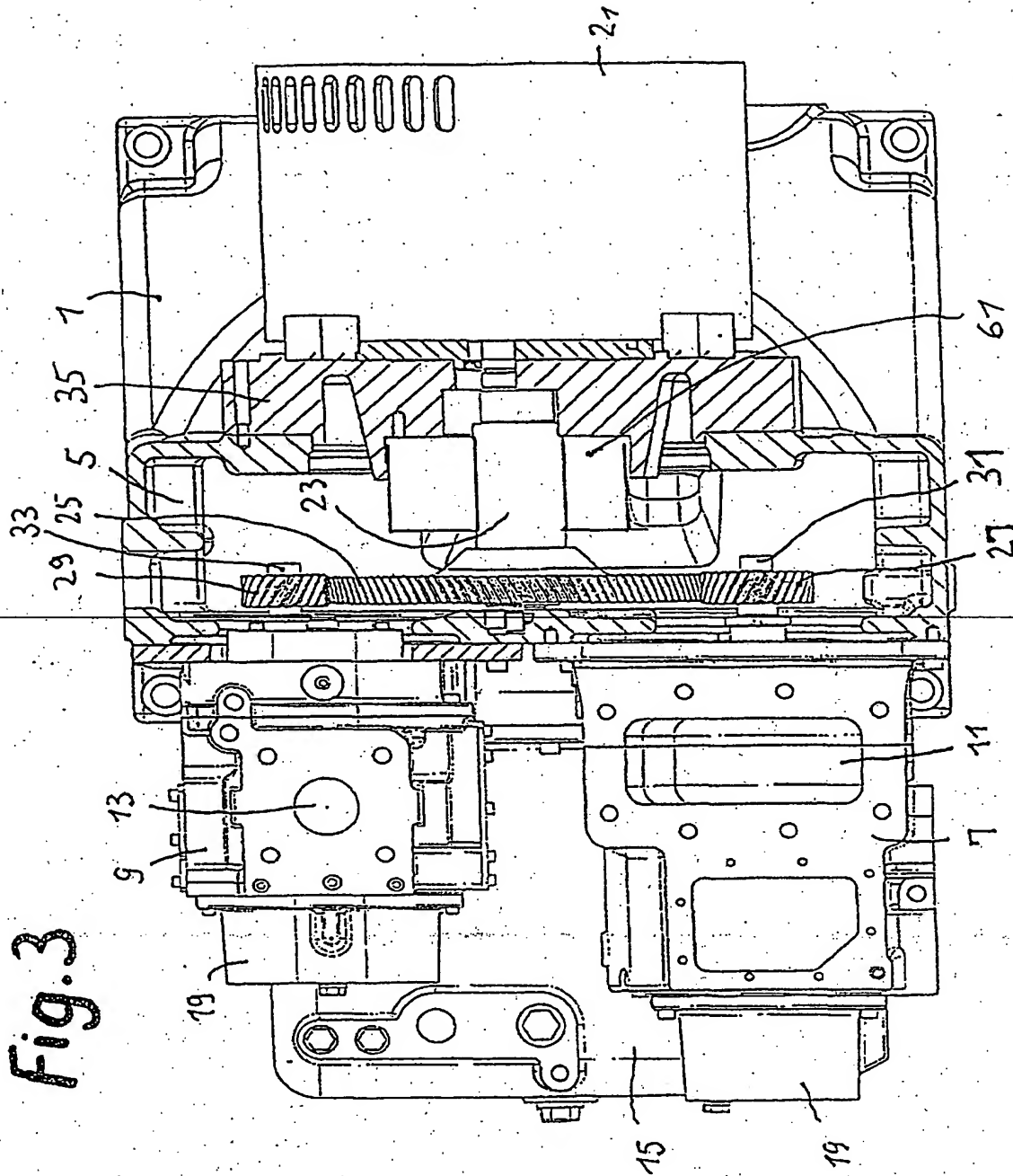
28 12 99



DE 299 22 878 U1

28.12.99

Fig.3



DE 299 22 878 U1

28.12.99

Fig. 4

